

## Hydraulic servo brakes with ABS for motor vehicle - uses one pressure sensor per brake circuit and one pressure sensor on master cylinder

Patent number: DE4029793

Also published as:

Publication date: 1992-03-26

JP4244464 (A)

Inventor: KIRSTEIN LOTHAR DIPLO. ING (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: B60T8/32; B60T8/36; B60T8/48; B60T8/60

- european: B60T7/16; B60T8/26D; B60T8/36F6; B60T8/40G; B60T8/40J; B60T8/44F; B60T8/48B4; B60T8/94

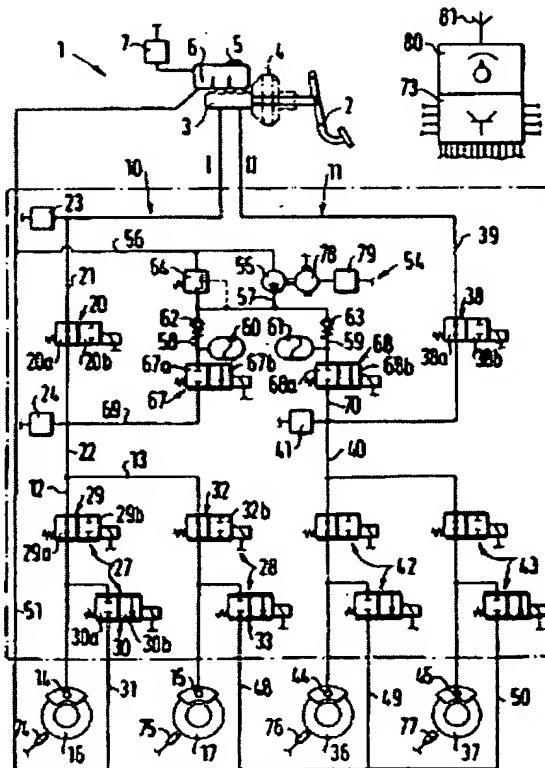
Application number: DE19904029793 19900920

[Report a data error here](#)

Priority number(s): DE19904029793 19900920

### Abstract of DE4029793

The servo operated ABS system has a main pressure sensor (23) between the master cylinder (3) and the isolation valves (20,38) and separate pressure sensors (24,41) in the two brake circuits, between the isolation valves and the valves which control the modulation of the wheel cylinders. No separate pressure sensors are required for each wheel. The servo force is applied to the secondary pressure sensors and is throttled to provide a progressive rise in pressure, with no sudden brake match. USE/ADVANTAGE - Esp. for car. Reduction in number of pressure sensors for smooth braking control.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

This Page Blank (uspto)



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 40 29 793 A 1

⑯ Int. Cl. 5:

B 60 T 8/32

B 60 T 8/48

B 60 T 8/36

B 60 T 8/60

DE 40 29 793 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 40 29 793.4  
⑯ Anmeldetag: 20. 9. 90  
⑯ Offenlegungstag: 26. 3. 92

⑯ Anmelder:

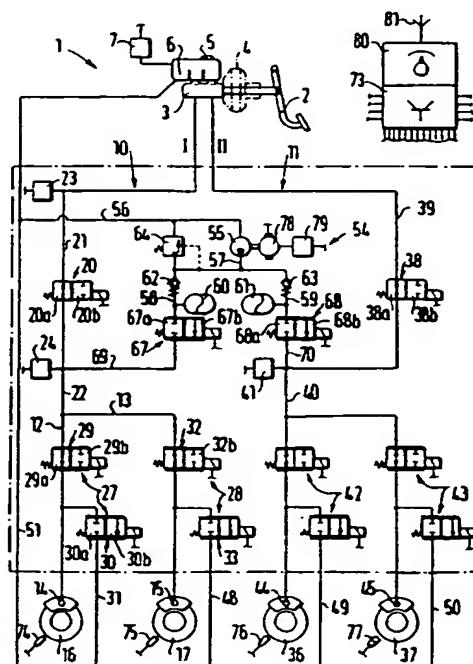
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Kirstein, Lothar, Dipl.-Ing., 7257 Ditzingen, DE

⑯ Hydraulische Fahrzeugbremsanlage

⑯ Es soll eine Verstärkerbremsanlage geschaffen werden, die ruckfrei sowie mit veränderbaren Druckänderungsgeschwindigkeiten aktivierbar ist. Die Bremsanlage (1) hat wenigstens einen Bremskreis (1) mit einer zu Radbremszylindern (14, 15) verzweigten Bremsleitung (10). Eine Servodruckquelle (54) ist über ein Einspeiseventil (67) mit der Bremsleitung (10) zwischen einem hauptbremszylinderseitigen Absperrventil (20) und den Radbremszylindern (14, 15) zugeordneten Ventileinrichtungen (27, 28) für die Bremsdruckmodulation verbindbar. Zwischen dem Hauptbremszylinder (3) und der Ventileinrichtung (20) zum Trennen der Bremsleitung ist ein erster Drucksensor (23) und zwischen der Ventileinrichtung (20) sowie den Ventileinrichtungen (27, 28) für die Bremsdruckmodulation ein zweiter Drucksensor (24) an die Bremsleitung (10) angeschlossen. Die Servodruckquelle (54) ist zum Ausüben einer Verstärkerfunktion, einer Blockierschutz- und einer Antriebsschlupfbegrenzungsfunktion aktivierbar. Die Fahrzeugbremsanlage ist besonders für Personenkraftwagen geeignet.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer hydraulischen Fahrzeugsanlage nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist schon eine solche Fahrzeugsanlage bekannt (DE-OS 31 24 755, Fig. 1-3), bei der jedem Bremskreis einen Drucksensor zum Erfassen des vom Hauptbremszylinder erzeugten Druckes hat. Ebenso ist jeder Radbremse des Fahrzeugs zwischen dieser und der Ventileinrichtung für die Bremsdruckmodulation ein an die Bremsleitung angeschlossener Drucksensor zum Erfassen des von einer Servodruckquelle eingesetzten Bremsdruckes im entsprechenden Radbremszylinder zugeordnet. Da Bremsanlagen für Personenkraftwagen normalerweise zwei Radbremszylinder je Bremskreis und zwei Bremskreise aufweisen, müssen sechs Drucksensoren verwendet werden, um das Fahrzeug mit einer Bremsanlage für an den Radbremszylindern aller Fahrzeuge wirksame Bremskraftverstärkung auszustatten. An derartige Drucksensoren sind sehr hohe Anforderungen (Druckbelastung, Genauigkeit usw.) zu stellen; sie sind daher nur sehr kostenaufwendig herstellbar und verteuern die Bremsanlage erheblich. Darüber hinaus ist für jeden Bremskreis eine Servodruckquelle vorgesehen, was wiederum die Kosten für die Bremsanlage steigert.

Zwar ist in der DE-Patentanmeldung 40 04 2707, Fig. 7, eine hydraulische Fahrzeugsanlage dieser Art vorgeschlagen worden, bei der an den hauptbremszylinderseitigen Abschnitt der Bremsleitung ein erster Drucksensor und zwischen dem Anschluß der Servodruckquelle an die Bremsleitung an einen radbremszylinderseitigen Abschnitt derselben ein zweiter Drucksensor angeschlossen sind sowie die Bremsleitung in Leitungszweige mit Ventileinrichtungen zur Bremsdruckmodulation verzweigt ist. Diese Bremsanlage ist jedoch dazu bestimmt, bei Teilbremsungen von der Servodruckquelle bereitgestelltes Druckmittel mit gegenüber der Vorderachse höherem Druck in die Radbremszylinder der Hinterachse einzusteuern, um deren Anteil an der Abbremsung des Fahrzeugs zu erhöhen und somit die Bremsdruckaufteilung dem idealen, parabelförmigen Kurvenverlauf anzugeleichen. Eine Verstärkung des vom Hauptbremszylinder erzeugten Bremsdrucks ist jedoch nicht angestrebt. Die vorgeschlagene Bremsanlage wird daher nicht im Sinne einer bremskraftverstärkenden Fremdbremsanlage benutzt.

## Vorteile der Erfindung

Die erfundungsgemäße Fahrzeugsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber zum einen den Vorteil, daß die Zahl der Drucksensoren je Bremskreis verringert ist.

Die für Blockierschutzbetrieb, Fahrdynamikanpassung im Teilbremsbereich, Bremskraftverstärkung und Antriebsschlupfbegrenzungsbetrieb geeignete Bremsanlage kann daher kostengünstig hergestellt werden.

Bei der erfundungsgemäßen Bremsanlage ist es durch entsprechendes Schalten der Ventileinrichtungen möglich, den eingesetzten Druck im jeweiligen Radbremszylinder zu sensieren. Trotz der gegenüber dem bekannten Entwicklungsstand verringerten Sensoranzahl kann somit jede Radbremse unabhängig von anderen Rad-

bremsen des gleichen Bremskreises mit Bremsdruck in der Höhe beaufschlagt werden, welche im Teilbremsbereich oder im Antriebsschlupfbegrenzungsbetrieb erforderlich ist. Ferner kann der Druck im Hochdruckspeicher auch in Druckaufbaupausen während einer Bremsung sensiert werden.

Die erfundungsgemäße Fahrzeugsanlage ist zum anderen in ungestörtem Zustand wie eine Fremdkraftbremsanlage zu betreiben, bei welcher der vom Hauptbremszylinder vorgegebene Druck verstärkt von der Servodruckquelle in die Radbremszylinder eingespeist wird. Beim Einsatzbeginn der Servodruckquelle ist ein Verstärkungsfaktor 1 wirksam, so daß ein Drucksprung beim Einschalten des Verstärkerbetriebs vermieden wird. Bei zunehmender Bremsdruckanforderung (Drucksollwert) wird der Verstärkungsfaktor gesteigert. Von besonderem Vorteil ist die Ansteuerung der Ventileinrichtung in Phasen des Druckaufbaus und/oder des Druckabbaus in dem Sinne, daß eine variable Drosselung des Druckmittelvolumenstromes erzielt wird, welche ruckfreie, unterschiedliche Druckänderungs geschwindigkeiten in der Radbremse ermöglicht. Dabei kann die Drosselgröße abhängig von der Druckdifferenz der Drucksensoren bzw. entsprechender, im Steuergerät erzeugter Signale eingestellt werden durch entsprechend bemessenes Öffnen der Ventileinrichtung. Bei Ausfall der Servodruckquelle ist die Bremsanlage als Muskelkraftbremsanlage wirksam. Darüber hinaus kann sie – wie erwähnt – Blockierschutz- und Antriebsschlupfbegrenzungsfunktion ausüben. Wegen der weitgehend identischen Ausstattung der Bremskreise ist die Bremsanlage für folgende Bremskraftaufteilung besonders geeignet: Vorderachs-, Hinterachs aufteilung, d. h. in jedem Bremskreis wird eine Achse gebremst, oder Diagonalaufteilung, d. h. in jedem Kreis wird ein Vorderrad und das diagonal gegenüberliegende Hinterrad gebremst. Außerdem ist die Bremsanlage besonders für allradgetriebene Fahrzeuge verwendbar, weil die Antriebsschlupfbegrenzungsfunktion an den Radbremsen aller Fahrzeuge aktiviert werden kann.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen hydraulischen Fahrzeugsanlage möglich.

Die im Anspruch 2 angegebene Maßnahme ist insfern vorteilhaft, als hierdurch eine weitere bauliche Vereinfachung der Bremsanlage erzielt wird, weil die Servodruckquelle Bremsdruck in allen Bremskreisen aufbauen sowie der Bremsdruck in allen Radbremszylindern unabhängig voneinander eingesetzt und mit den zugeordneten Drucksensoren erfaßt werden kann. Dabei ist in dem weiteren Bremskreis ein hauptbremszylinderseitiger Drucksensor entbehrlich, weil für die Bemessung des Radbremsdrucks in weiteren Bremskreisen das vom ersten Drucksensor erfaßte Drucksignal für die mittels der Servodruckquelle erzeugte elektro-hydraulische Bremskraftverstärkung herangezogen werden kann.

Die im Anspruch 3 offenbare Maßnahme gestattet die Anpassung der als Verstärkerbremsanlage wirkenden Fahrzeugsanlage an z. B. fahrzeugabhängige, unterschiedliche Erfordernisse, indem mit zunehmender Pedalbetätigungs kraft der radbremsseitige Druck entsprechend der vorgegebenen Verstärkungskennlinie erhöht wird, ggf. in verschiedenen Bremskreisen in unterschiedlicher Höhe, z. B. in Abhängigkeit vom Beladungszustand oder von der die Achslastverteilung beeinflussenden Fahrdynamik.

Mit der im Anspruch 4 gekennzeichneten Weiterbildung der Bremsanlage wird die Funktionssicherheit gesteigert, weil jedem Bremskreis bei Anforderung Druckmittel aus einem eigenen Hochdruckspeicher zugeführt werden kann. Darüber hinaus ist mit Hilfe der Rückschlagventile sichergestellt, daß sich bei einem defekten Bremskreis der Speicher des anderen Kreises nicht entladen kann.

Mit der Ausgestaltung der Bremsanlage gemäß Anspruch 5 wird auf einfache Weise eine Überlastung von Pumpe, Antriebssmotor und Hochdruckspeicher vermieden. Weil mit ansteigendem Pumpendruck die Drehzahl des Motors abfällt, kann bei Erreichen eines auf den maximalen Ladedruck des Speichers abgestimmten Drehzahl-Schwellwertes der Motor abgeschaltet werden.

Die im Anspruch 6 angegebene Maßnahme ist zweckmäßig, weil hierdurch der Aufbau der Bremsanlage vereinfacht und die Befüllung mit Druckmittel erleichtert wird.

Mit den in den Ansprüchen 7, 8 und 9 angegebenen Ausgestaltungen der Bremsanlage werden Arten von Ventilen vorgeschlagen, die wegen der hohen Anforderungen an hermetische Abdichtung in der Sperrstellung üblicherweise als Sitzventile ausgebildet sind und sich in hydraulischen Fahrzeugbremsanlagen bewährt haben. Dabei sind derartige Ventile relativ einfach zu fertigen und elektromagnetisch zu betätigen. Darüber hinaus ist es für die Wirkungsweise der Bremsanlage z. B. im Verstärkerbetrieb von besonderem Vorteil, wenn das Wegeventil zum Verbinden der Servodruckquelle mit der Bremsleitung derart ansteuerbar ist, daß radbremssseitig unterschiedliche Druckänderungsgeschwindigkeiten ruckfrei erzielt werden können.

Die im Anspruch 10 angegebene Maßnahme dient dem Bremskomfort, damit bei Ausfall der Servodruckquelle die Betätigungs Kraft am Bremspedal für die Erzielung der gesetzlich vorgeschriebenen Mindestabbremsung für den Fahrzeugführer zumutbar bleibt. Aufgrund dessen kann der Vakuumverstärker kleiner als üblich ausgebildet sein. Er beansprucht daher weniger Bauraum und begünstigt die Erfüllung der Abgasvorschriften, weil er in geringem Ausmaß die Luftansaugung eines Verbrennungsmotors des Fahrzeugs beeinflußt.

Mit der in Anspruch 11 offenbarten Weiterbildung der Erfindung wird der besondere Vorteil erzielt, daß die Fahrzeugbremsanlage ohne Ansteuerung des Hauptbremszylinders betätigbar ist. Sie kann daher als bremskraftverstärkende Fremdkraftbremsanlage unabhängig vom Fahrer z. B. durch Funk betätigt werden, wenn es die Verkehrslage in einem Verkehrsleitsystem verlangt oder wenn die Bremsanlage in einem führerlosen Fahrzeug verwendet wird. Ebenso eignet sich diese Bremsanlage für die Aktivierung durch eine Abstandsmeßeinrichtung zum Schutz vor Auffahren auf ein Hindernis. Abgesehen von der Empfangseinrichtung und deren Koppelung mit dem Steuergerät sind für diese Einsatzzwecke der Bremsanlage keine zusätzlichen Anpassungsmaßnahmen erforderlich.

Gemäß der im Anspruch 12 gekennzeichneten Weiterbildung der Fahrzeugbremsanlage kann die Bremsdruckhohe drahtlos ausgewählt werden, um eine den Einflußgrößen auf das Fahrzeug gerecht werdende Abbremsung zu erzielen.

Mit der im Anspruch 13 angegebenen Maßnahme kann für die Bremsanlage auch in Fahrzeugen verwendet werden, deren Fahrer eine Betätigung des Bremspe-

dals nicht möglich ist.

#### Zeichnung

5 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung anhand eines Schaltschemas einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

10

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die in der Zeichnung schematisch dargestellte hydraulische Fahrzeugbremsanlage 1 hat einen mit einem Bremspedal 2 betätigten Hauptbremszylinder 3. Dieser kann, wie strichpunktiert angedeutet, mit einem Vakuumverstärker 4 ausgestattet sein. Der Hauptbremszylinder 3 trägt einen Druckmittelvorratsbehälter 5, dessen dritte Kammer 6 einen Fühlstandssensor 7 aufweist.

20 An den Hauptbremszylinder 3 ist eine erste Bremsleitung 10 eines Bremskreises I und eine zweite Bremsleitung 11 eines Bremskreises II angeschlossen. Die Bremsleitung 10 ist in zwei Leitungszweige 12 und 13 verzweigt, welche zu Radbremszylindern 14, 15 von Radbremsen 16, 17 nicht dargestellter Fahrzeugräder führen.

In der Bremsleitung 10 ist ein Absperrventil 20 in Form eines 2/2-Wegeventils angeordnet. Dieses besitzt eine federbetätigbare Durchlaßstellung 20a und eine elektromagnetisch schaltbare Sperrstellung 20b. Das Absperrventil 20 trennt die Bremsleitung 10 in einen hauptbremszylinderseitigen Abschnitt 21 und einen radbremszylinderseitigen Abschnitt 22. An den Abschnitt 21 der Bremsleitung 10 ist ein erster Drucksensor 23 zum Erfassen des vom Hauptbremszylinder 3 erzeugten Druckes angeschlossen. Der Abschnitt 22 der Bremsleitung 10 steht mit einem zweiten Drucksensor 24 in Verbindung, mit dem primär der Druck in den Radbremszylindern 14, 15 erfaßbar ist.

30 40 Für die Modulation des Bremsdruckes in den Radbremszylindern 14 und 15 ist je eine Ventileinrichtung 27 und 28 vorgesehen. Da diese identisch ausgebildet sind, wird nachfolgend lediglich die Ventileinrichtung 27 ausführlich beschrieben:

45 Die Ventileinrichtung 27 für die Bremsdruckmodulation im Radbremszylinder 14 der Radbremse 16 hat ein erstes 2/2-Wegeventil 29 mit einer federbetätigbaren Durchlaßstellung 29a und einer elektromagnetisch schaltbaren Sperrstellung 29b. Die Ventileinrichtung 27 umfaßt außerdem ein zweites 2/2-Wegeventil 30, welches in einem vom Bremsleitungszweig 12 zwischen dem ersten 2/2-Wegeventil 29 und dem Radbremszylinder 14 ausgehenden Rückführleitungszweig 31 angeordnet ist. Das zweite 2/2-Wegeventil 30 der Ventileinrichtung 27 für die Bremsdruckmodulation hat eine federbetätigbare Sperrstellung 30a und eine elektromagnetisch schaltbare Durchlaßstellung 30b. In gleicher Weise ist die Ventileinrichtung 28 mit zwei 2/2-Wegeventilen 32 und 33 ausgestattet.

50 60 In Abwandlung vom Ausführungsbeispiel kann die Ventileinrichtung für die Bremsdruckmodulation auch in bekannter Weise als 3/3-Wegeventil ausgestaltet sein, dessen erster Anschluß mit dem Hauptbremszylinder 3, der zweite Anschluß mit dem Radbremszylinder 14 und der dritte Anschluß mit dem Rückführleitungszweig 31 in Verbindung stehen. In einer ersten Stellung ist das 3/3-Wegeventil zwischen dem Hauptbremszylinder 3 und dem Radbremszylinder 14 durchlässig, in einer

65

zweiten Stellung sind alle Anschlüsse geschlossen, während in einer dritten Stellung Verbindung zwischen dem Radbremszylinder 14 und dem Rückführleitungszweig 31 besteht.

Der zwei Radbremsen 36, 37 nicht dargestellter Fahrzeugräder zugeordnete Bremskreis II ist identisch zum Bremskreis I mit einem Absperrventil 38 in einem hauptbremszylinderseitigen Abschnitt 39 der Bremsleitung 11, mit einem an einen radbremszylinderseitigen Abschnitt 40 der Bremsleitung angeschlossenen, dritten Drucksensor 41 und mit Ventileinrichtungen 42, 43 für die Modulation des Bremsdruckes in Radbremszylindern 44 und 45 der Radbremsen 36 und 37 ausgestattet. Ein an den hauptbremszylinderseitigen Abschnitt 39 der Bremsleitung 11 angeschlossener Drucksensor ist im Bremskreis II entbehrlich, weil bei Betätigung des Bremspedals 2 das Drucksignal des ersten Drucksensors 23 dem Druck im hauptbremszylinderseitigen Abschnitt 39 der Bremsleitung 11 des Bremskreises II entspricht.

In gleicher Weise wie bei der Ventileinrichtung 27 für die Bremsdruckmodulation gehen von den Ventileinrichtungen 28, 42 und 43 Rückführleitungszweige 48, 49 und 50 aus, welche in einer zur dritten Kammer 6 des Druckmittelvorratsbehälters 5 führenden Rückführleitung 51 vereinigt sind.

Die hydraulische Fahrzeugbremsanlage 1 besitzt außerdem für die Bremskraftverstärkung eine Servodruckquelle 54 mit einer vorzugsweise mehrere Kolben aufweisenden und daher geräuschgeminderten Hochdruckpumpe 55. Diese steht saugseitig über einer an die Rückführleitung 51 angeschlossene Leitung 56 mit der dritten Kammer 6 des Druckmittelvorratsbehälters 5 in Verbindung. Druckseitig geht von der Pumpe 55 eine Leitung 57 aus, welche in zwei Ladeleitungen 58 und 59 verzweigt ist. An die Ladeleitungen 58 und 59 ist je ein Hochdruckspeicher 60 und 61 angeschlossen. In jeder Ladeleitung 58, 59 ist ein Rückschlagventil 62, 63 mit Sperrwirkung vom jeweiligen Hochdruckspeicher 60, 61 zur Pumpe 55 angeordnet. Parallel zur Pumpe 55 ist zwischen der Ladeleitung 58 und der Saugleitung 56 ein Druckbegrenzungsventil 64 zur Begrenzung des von der Pumpe erzeugbaren Druckes geschaltet.

Abweichend vom Ausführungsbeispiel kann die Pumpe 55 Druckmittel in einen einzigen Hochdruckspeicher fördern, aus dem beide Bremskreise I und II speisbar sind. In Ausnahmefällen wird man beiden Bremskreisen I und II eine eigene Servodruckquelle zuordnen.

Die Ladeleitungen 58 und 59 enden jeweils an einem Einspeiseventil 67 bzw. 68. Diese sind als 2/2-Wegeventil mit einer federbetätigten Sperrstellung 67a bzw. 68a und einer elektromagnetisch schaltbaren Durchlaßstellung 67b bzw. 68b ausgebildet. Vom Einspeiseventil 67 geht eine Druckleitung 69 aus, welche zwischen dem Absperrventil 20 und den Drucksteuerventilanordnungen 27 und 28 des Bremskreises I an die Bremsleitung 10 angeschlossen ist. In gleicher Weise ist das Einspeiseventil 68 durch eine Druckleitung 70 mit der Bremsleitung 11 des Bremskreises II verbunden.

Wie in der Zeichnung mit einer strichpunktuierten Umgrenzung angedeutet, können die innerhalb dieser liegenden Elemente der Bremsanlage 1 in einem sogenannten Hydroaggregat baulich vereinigt sein.

In Abwandlung des Ausführungsbeispiels können die Ventileinrichtungen zum Trennen der Bremsleitung 10 (Absperrventil 20) sowie zum Verbinden der Servodruckquelle 54 mit der Bremsleitung 10 (Einspeiseventil 67) im Bremskreis I ebenso wie die entsprechenden Ventileinrichtungen im Bremskreis II (Absperrventil 38

und Einspeiseventil 68) durch je ein 3/3-Wegeventil ersetzt werden. Im Falle des Bremskreises I ist dann ein erster Anschluß dieses Ventils mit dem Hauptbremszylinder 3, ein zweiter Anschluß mit den Radbremszylindern 14, 15 und ein dritter Anschluß mit dem Hochdruckspeicher 60 verbunden. In einer ersten Stellung ist das 3/3-Wegeventil zwischen dem Hauptbremszylinder 3 und den Radbremszylindern 14, 15 durchlässig, in einer zweiten Stellung sind alle drei Anschlüsse abgesperrt, während in einer dritten Stellung Verbindung zwischen dem Hochdruckspeicher 60 und den Radbremszylindern 14, 15 besteht. In entsprechender Weise ist ein solches 3/3-Wegeventil in den Bremskreis II zu schalten. Wegen der erforderlichen Dichtheit der Ventile in der Sperrstellung sind diese als Sitzventile ausgebildet.

Die hydraulische Fahrzeugbremsanlage 1 ist mit einem elektronischen Steuergerät 73 ausgestattet. An dieses sind die drei Drucksensoren 23, 24 und 41 für die Auswertung von elektrischen Drucksignalen angeschlossen. Ebenfalls angeschlossen sind den einzelnen Radbremsen 16, 17, 36 und 37 zugeordnete Drehzahlssensoren 74, 75, 76 und 77, mit denen das Drehverhalten mit der den Radbremsen verbundenen Fahrzeugräder erfaßbar und in Form elektrischer Signale im Steuergerät 73 auswertbar ist. Mit dem Steuergerät 73 steht außerdem der den Füllstand in der Kammer 6 des Druckmittelvorratsbehälters 5 überwachende Sensor 7 in Verbindung. An das Steuergerät 73 sind ferner die elektromagnetisch betätigten Absperrventile 20, 38, 39, die Einspeiseventile 67, 68 und die Ventile der Ventileinrichtungen 27, 28, 42 und 43 für die Bremsdruckmodulation angeschlossen. Darüber hinaus ist das Steuergerät 73 für die Ansteuerung eines elektrischen Antriebsmotors 78 der Pumpe 55 vorgesehen. Der Antriebsmotor 78 ist mit einer Drehzahlsensoreinrichtung 79 ausgestattet, deren Signale im Steuergerät 73 auswertbar sind. Schließlich ist die hydraulische Fahrzeugbremsanlage 1 mit einer mit dem elektronischen Steuergerät 73 verbundenen Empfangseinrichtung 80 mit einer Antenne 81 für den Empfang drahtlos übermittelter Bremssignale ausgestattet. Eine zugeordnete Sendeeinrichtung kann fahrzeugextern vorgesehen sein. Für die Entfernungsmessung von in Fahrtrichtung des Fahrzeugs befindlichen Objekten kann die Empfangseinrichtung 80 auch mit einer auf dem Fahrzeug befindlichen, nicht dargestellten Sendeeinrichtung gekoppelt sein.

Die hydraulische Fahrzeugbremsanlage 1 ist für Fahrzeuge mit einer angetriebenen Achse (Vorderachse oder Hinterachse) geeignet. Die Radbremsen 16 und 17 können einer ersten Achse, die Radbremsen 36 und 37 einer anderen Achse des Fahrzeugs zugeordnet sein. Eine Zuordnung kann auch in der Weise erfolgen, daß die Radbremse 16 zum Abbremsen eines Rades der Vorderachse, die Radbremse 17 zum Abbremsen eines diagonal gegenüberliegenden Rades der Hinterachse und die Radbremsen 36 und 37 in entsprechender Anordnung zum Abbremsen der übrigen Fahrzeugräder vorgesehen sind. Für Fahrzeuge mit Allradantrieb ist die Bremsanlage 1 besonders geeignet.

Die hydraulische Fahrzeugbremsanlage 1 hat folgende Betriebsweisen

Durch Betätigung des Bremspedals 2 wird im Hauptbremszylinder 3 Druck erzeugt und durch Verschieben von Druckmittelmengen in den Bremsleitungen 10 und 11 in die Radbremszylinder 14, 15, 44 und 45 aller Radbremsen 16, 17, 36 und 37 übertragen. Dabei nehmen die

Absperrventile 20, 38, die Einspeiseventile 67, 68 und die Ventile der Ventileinrichtungen 27, 28, 42 und 43 die gezeichnete Stellung ein. Bei niedrigen Bremsdrücken wirkt die Fahrzeugbremsanlage 1 daher wie eine Muskelkraft-Bremsanlage.

Der vom Hauptbremszylinder 3 in beiden Bremskreisen I und II in gleicher Höhe erzeugte Bremsdruck (Sollwert) wird vom ersten Drucksensor 23 erfaßt und ein entsprechendes Signal an das elektronische Steuergerät 73 übermittelt. Beim Erreichen eines bestimmten, vorgegebenen Druck-Schwellwertes schaltet das Steuergerät 73 die Absperrventile 20 und 38 aus der Durchlaßstellung 20a bzw. 38a in die Sperrstellung 20b bzw. 38b um; gleichzeitig werden vom Steuergerät 73 die Einspeiseventile 67 und 68 aus ihrer Sperrstellung 67a bzw. 68a in die Durchlaßstellung 67b bzw. 68b geschaltet. In den Hochdruckspeichern 60 und 61 gespeichertes Druckmittel strömt nun in die Druckleitungen 69 sowie 70 und baut Bremsdruck in den Radbremszylindern 14, 15, 44 und 45 auf. Dieser Druck (Istwert) wird im Bremskreis I durch den zweiten Drucksensor 24 und im Bremskreis II durch den dritten Drucksensor 41 überwacht und als elektrisches Signal an das elektronische Steuergerät 73 übertragen. Bei Erreichen des durch einen vorgegebenen Verstärkungsfaktor gegenüber dem vom Hauptbremszylinder 3 erzeugten Druck erhöhten Drucks in den Radbremszylindern 14, 15, 44 und 45 schaltet das Steuergerät 73 die Einspeiseventile 67 und 68 in die Sperrstellung 67a bzw. 68a. Der Verstärkungsfaktor hat beim Erreichen des vorgegebenen Druck-Schwellwertes den Wert 1, um einen Drucksprung in den Radbremszylindern 14, 15, 44, 45 zu vermeiden. Mit zunehmendem, vom Hauptbremszylinder 3 erzeugten Druck steigt der Verstärkungsfaktor auf Werte zwischen 1,5 und 3. Dabei kann die Steigerung des Verstärkungsfaktors proportional oder progressiv erfolgen. Außerdem kann das Steuergerät 73 die von den Drucksensoren 24 und 41 übermittelten elektrischen Signale verändern, damit in beiden Bremskreisen I und II unterschiedliche Verstärkungsfaktoren wirksam sind, um eine fahrdynamische oder lastabhängige Anpassung der Wirkung der Bremsanlage 1 zu erreichen. In dieser, den vom Hauptbremszylinder 3 erzeugten Druck verstärkenden Betriebsweise arbeitet die Fahrzeugbremsanlage 1 wie eine Fremdkraft-Bremsanlage. Da bei dieser Betriebsweise wegen der geschlossenen Ventile 20 und 38 beim Erhöhen der Pedalkraft das Pedal nicht nachgibt, kann zum Erzielen einer für den Fahrer gefühlvolleren Bremsung ein sogenannter Wegsimulator vorgesehen sein, der ein Nachgeben des Bremspedals bei zunehmenden Widerstand ermöglicht.

Wenn durch Lösen des Bremspedals 2 der Druck im Hauptbremszylinder 3 vermindert oder aufgehoben wird, so erkennt diese das Steuergerät 73 durch den Vergleich der von den Drucksensoren 23, 24 und 41 kommenden Drucksignale. Es schaltet daher, beispielsweise auf die Radbremse 16 bezogen, das 2/2-Wegeventil 30 der Ventileinrichtung 27 in die Durchlaßstellung 30b, so daß Druckmittel aus dem Radbremszylinder 14 durch den Bremsleitungszweig 12, den Rückführleitungszweig 31 und die Rückführleitung 51 in die Kammer 6 des Druckmittelvorratsbehälters 5 fließen und sich der Bremsdruck im Radbremszylinder 14 verringern kann. Sobald bei einer Verminderung des Bremsdruckes im Hauptbremszylinder 3 der um den vorgegebenen Faktor verstärkte Druck im Radbremszylinder 14 erreicht ist, wird das 2/2-Wegeventil 30 in seine Sperrstellung 30a zurückgeschaltet. In entsprechender Weise

laufen die Vorgänge in den Ventileinrichtungen 28, 42 und 43 der übrigen Radbremsen 17, 36 und 37 ab. Wenn bei einer weiteren Verminderung des Bremsdruckes in den Radbremsen 14, 15, 44 und 45 der den Verstärkerbetrieb einleitende Druckschwellwert unterschritten wird, schaltet das Steuergerät 73 die Absperrventile 20 und 38 in den Bremsleitungen 10 und 11 beider Bremskreise I und II in die Durchlaßstellung 20a bzw. 38a, so daß wieder eine unmittelbare Verbindung zwischen dem Hauptbremszylinder 3 und den Radbremszylindern 14, 15, 44 und 45 hergestellt ist.

Das Steuergerät 73 erkennt auch durch Vergleich der von den Drucksensoren 24 und 41 kommenden Drucksignale, ob bei einer Bremsung ein Bremskreis ausgefallen ist. Es kann dann durch Schalten der Ventile 20 und 67 bzw. 38 und 68 in die Sperrstellung 20b und 67a bzw. 36b und 68a einen gefährlichen Druckmittelverlust vermeiden und Bremspedaldurchfall verhindern. Zusätzlich kann das Steuergerät 73 ein optisches oder akustisches Signal für den Fahrer erzeugen.

Die beiden Hochdruckspeicher 60 und 61 der hydraulischen Fahrzeugbremsanlage 1 vermögen Druckmittel bis zu einem Druck von etwa 200 bar aufzunehmen. Bei der vorbeschriebenen Betriebsweise als Verstärkerbremse vermindert sich der Druck in den Hochdruckspeichern 60 und 61. Durch kurzzeitiges Schalten des Absperrventils 20 in die Sperrstellung 20b und des 2/2-Wegeventils 29 der Ventileinrichtung 27 in die Sperrstellung 29b sowie des entsprechenden Ventils 32 der Ventileinrichtung 27 ebenfalls in die Sperrstellung 32b kann das Steuergerät 73 durch Schalten des Einspeiseventils 67 in die Durchlaßstellung 67b den zweiten Drucksensor 24 mit dem Hochdruckspeicher 60 verbinden und den Speicherdruck messen. In entsprechender Weise kann diese Messung im Bremskreis II durchgeführt werden. Bei Abfall des Druckes in den Hochdruckspeichern 60 und 61 unter einen vorgegebenen Wert schaltet das elektronische Steuergerät 73 den Antriebsmotor 78 der Pumpe 55 ein, welche Druckmittel aus der Kammer 6 des Druckmittelvorratsbehälters 3 ansaugt und bei in die Sperrstellung 67a bzw. 68a geschalteten Einspeiseventilen 67 und 68 in die Hochdruckspeicher 60 und 61 bzw. bei einer Bremsanforderung in die Bremsleitungen 10 und 11 fördert. In den Radbremszylindern 14, 15, 44 und 45 oder in den Bremsleitungen 10 und 11 befindliche Gasblasen können durch vermehrtes Einspeisen von Druckmittel aus den Hochdruckspeichern 60, 61 oder von der Pumpe 55 in den betroffenen Bremskreis komprimiert werden, so daß die Wirkung der Bremsanlage 1 erhalten bleibt.

Beim Laden der Hochdruckspeicher 60 und 61 erfaßt die Drehzahlsensiereinrichtung 79 die mit zunehmendem Speicherdruck einhergehende Verringerung der Drehzahl des Antriebsmotors 78 und übermittelt entsprechende Signale an das elektronische Steuergerät 73. Dieses schaltet bei einer dem maximalen Ladedruck entsprechenden Drehzahlwert den Antriebsmotor 78 der Pumpe 55 ab; außerdem stellt das Druckbegrenzungsventil 64 sicher, daß keine Überlastung der Servodruckquelle 54 auftritt.

Tritt bei einer Bremsung, beispielsweise am der Radbremse 16 zugeordneten Fahrzeuggrad, unzulässig großer Schlupf auf, so erkennt dies das elektronische Steuergerät 73 aufgrund der Signale des dem Rad zugeordneten Drehzahlsensors 74. Das Steuergerät 73 schaltet zur Stabilisierung des Fahrzeuggrades die Ventileinrichtung 27 für Bremsdruckmodulation in Phasen für Druckabbau, Druckhalten und Druckaufbau. In der

Druckabbauphase wird das 2/2-Wegeventil 29 in die Sperrstellung 29b und das 2/2-Wegeventil 30 in die Durchlaßstellung 30b geschaltet, so daß Druckmittel aus dem Radbremszylinder 14 abfließen und sich der Bremsdruck verringern kann. Zum Halten des Bremsdruckes wird bei in der Sperrstellung 29b verharrendem 2/2-Wegeventil 29 das 2/2-Wegeventil 30 in seine Sperrstellung 30a geschaltet. Für Phasen des Druckaufbaus im Radbremszylinder 14 verbleibt das 2/2-Wegeventil 30 in seiner Sperrstellung 30a; dagegen wird das der zweiten Radbremse 17 im gleichen Bremskreis I zugeordnete 2/2-Wegeventil 32 der Ventileinrichtung 28 in die Sperrstellung 32b geschaltet, während das 2/2-Wegeventil 29 der Ventileinrichtung 27 in die Durchlaßstellung 29a zurückgeführt wird. Bei seine Sperrstellung 20b einnehmendem Absperrventil 20 schaltet das Steuergerät 73 das Einspeiseventil 67 in die Durchlaßstellung 67b, so daß Druckmittel aus dem Hochdruckspeicher 60 den Bremsdruck im Radbremszylinder 14 annehmen kann. Während dieses Blockierschutzbetriebes der hydraulischen Fahrzeugsbremsanlage 1 ist die Bremsleitung 10 aufgrund des seine Sperrstellung 20b einnehmenden Absperrventils 20 unterbrochen, so daß keine durch die vorbeschriebenen Phasen der Bremsdruckmodulation hervorgerufene Pulsationen am Bremspedal 2 spürbar und Geräuschbildung im Fahrgastraum vermieden sind.

Tritt beim Anfahren und Beschleunigen des Fahrzeugs, beispielsweise am der Radbremse 16 zugeordneten Fahrzeuggrad Antriebsschlupf auf, so erkennt dies das elektronische Steuergerät 73 an den Signalen des Drehzahlsensors 74. Um das Fahrzeuggrad in den Zustand stabilen Drehverhaltens zurückzuführen, schaltet das Steuergerät 73 das Absperrventil 20 in die Sperrstellung 20b, das 2/2-Wegeventil 32 der Ventileinrichtung 28 in die Sperrstellung 32b und das Einspeiseventil 67 in die Durchlaßstellung 67b. Während die übrigen Ventile 30 und 33 im Bremskreis I die gezeichnete Stellung einnehmen, baut das aus dem Hochdruckspeicher 60 austretende Druckmittel in sehr kurzer Zeit Bremsdruck im Radbremszylinder 14 auf. Dabei wird das Fahrzeuggrad soweit abgebremst, bis der Schlupf auf ein zulässiges Maß reduziert ist. Während dieses Antriebsschlupfbegrenzungsbetriebes folgen Phasen für Druckaufbau, Druckhalten und Druckabbau im Radbremszylinder 14 aufeinander, solange der instabile Zustand des der Radbremse 16 zugeordneten Fahrzeuggrades anhält.

Wie beschrieben wird im Blockierschutzbetrieb und im Antriebsschlupfbegrenzungsbetrieb der Bremsdruck im Radbremszylinder des unzulässiges Drehverhalten aufweisenden Fahrzeuggrades aufgrund der Signale des zugeordneten Drehzahlsensors bemessen. Es ist jedoch auch möglich, den Bremsdruck in den Radbremszylindern eines Bremskreises oder in beiden Bremskreisen z. B. achsweise in unterschiedlicher Höhe einzusteuern, wenn dies besondere Betriebsweisen der Fahrzeugsbremsanlage erfordern. Zum Erfassen der Höhe des eingesteuerten Bremsdruckes kann, beispielsweise im Falle des Bremskreises I, der zweite Drucksensor 24 mit dem Radbremszylinder 14 verbunden werden: Hierzu wird das 2/2-Wegeventil 32 der Ventileinrichtung 28 in die Sperrstellung 32b geschaltet, während die übrigen Ventile 29, 30 und 33 der beiden Ventileinrichtungen 27 und 28 in der gezeichneten Stellung verbleiben. Soll dagegen der Bremsdruck im Radbremszylinder 15 ausgewertet werden, so wird das 2/2-Wegeventil 29 der Ventileinrichtung 27 in die Sperrstellung 29b geschaltet, während die Ventile 30, 32 und 33 die gezeichnete Stellung ein-

nehmen.

Wird die Servodruckquelle 54 beispielsweise aufgrund von mit dem Füllstandsensor 7 erkanntem Druckmittelmangel in der Kammer 6 des Druckmittelvorratsbehälters 5 abgeschaltet oder fällt das elektrische Bordnetz des Fahrzeugs aus, so ist die hydraulische Fahrzeugsbremsanlage 1 auch über den Druckschwellwert hinaus, bei dem die Verstärkerbremse wirksam werden würde, als reine Muskelkraft-Bremsanlage wirksam. Damit kann die gesetzlich vorgeschriebene Mindestabremsung des Fahrzeugs erzielt werden. Der Vakuumverstärker 4 am Hauptbremszylinder 3 unterstützt dabei die Fußkraft des Fahrzeugführers.

Die hydraulische Fahrzeugsbremsanlage 1 ist beispielsweise durch einen im Fahrzeug befindlichen elektrischen Bremsdruck-Sollwertgeber oder auch durch Funk aktivierbar. Hierzu wird im letztgenannten Fall ein entsprechendes Bremssignal von der Antenne 81 der Empfangseinrichtung 80 aufgenommen und an das elektronische Steuergerät 73 weitergegeben. Die Bremsdruckhöhe kann durch entsprechende Funksignale in der Empfangseinrichtung 80 ausgewählt werden. Ein körperbehinderter Fahrer kann die Höhe des Bremsdruckes (Sollwert) bei einer Bremsanforderung z. B. an der Empfangseinrichtung 80 auch manuell auswählen. Das Steuergerät 73 löst die Bremsung durch elektrische Signale an die Ventileinrichtungen 20 und 38, welche in die Sperrstellung 20b bzw. 38b schalten, sowie an die Ventileinrichtung 67 und 68 aus, welche in ihrer Durchlaßstellung 67b bzw. 68b das Einströmen von Druckmittel aus den Hochdruckspeichern 60 und 61 in die Radbremszylinder 14, 15, 44 und 45 freigeben. Bremslösen wird vom Steuergerät 73 durch Schalten der Ventileinrichtungen 27, 28, 42 und 43 in die Phase des Druckabbaus erzielt, während der die Ventileinrichtungen 20, 28, 67 und 68 die Sperrstellung 20b, 38b, 67a bzw. 68a einnehmen. Mit den Drucksensoren 24 und 41 wird dabei die Bremsdruckhöhe (Istwert) erfaßt und vom Steuergerät 73 durch Vergleich des Istwertes mit dem Sollwert gesteuert.

Die Einspeiseventile 67 und 68 sowie die Wegeventile 30 und 33 bzw. 29 und 32 der Ventileinrichtungen 27, 28, 42 und 43 sind elektrisch pulsmoduliert ansteuerbar, um zwischen der Sperrstellung und der Durchlaßstellung beliebige Zwischenstellungen zu erzielen. Die durch solche Zwischenstellungen erreichte variable Drosselung des Druckmittelvolumenstroms durch das entsprechende Ventil erlaubt eine ruckfreie Einstellung unterschiedlicher Druckänderungsgeschwindigkeiten. Die ist beim Druckaufbau während des Einbremsens im Teilbrems- und im Verstärkerbremsbetrieb für die Ansteuerung der Einspeiseventile 67 und 68 von wesentlicher Bedeutung. Ebenso ist eine solche Ansteuerung der Ventile 30 und 33 in den Ventileinrichtungen 27, 28, 42 und 43 vorteilhaft, wenn der Bremsdruck in den Radbremszylindern 14, 15, 44 und 45 vermindert werden soll. Im Blockierschutzbetrieb und ggf. im Antriebsschlupfbegrenzungsbetrieb ist eine solche Betriebsweise der Ventile nicht erforderlich.

#### Patentansprüche

##### 1. Hydraulische Fahrzeugsbremsanlage

- mit einem pedalbetätigten Hauptbremszylinder (3) für wenigstens einen Bremskreis (z. B. I),
- mit einem Radbremszylinder (z. B. 14) einer Bremse (z. B. 16) im Bremskreis,

- mit einer Bremsleitung (10) zwischen dem Hauptbremszylinder und dem Radbremszylinder,
- mit einer sich aus einem Druckmittelvorrat versorgenden, aus einer elektromotorisch angetriebenen Pumpe (55) und einem Hochdruckspeicher (z. B. 60) bestehenden Servodruckquelle (54) zum Einspeisen von Druckmittel in die Bremsleitung, mit Ventileinrichtungen (z. B. 27, 67, 20) zum Modulieren des Bremsdrucks im Radbremszylinder durch Schalten von Phasen für Druckaufbau, Druckhalten und Druckabbau in Abhängigkeit vom Raddrehverhalten eines mit der Radbremse gekoppelten Fahrzeuggrades, zum Verbinden der Servodruckquelle mit einem radbremszylinderseitigen Abschnitt (22) der Bremsleitung sowie zum Abtrennen eines hauptbremszylinderseitigen Abschnitts (21) der Bremsleitung, wenn die Servodruckquelle wirksam ist,
- mit einem ersten Drucksensor (23) zum Erfassen des vom Hauptbremszylinder erzeugten Drucks,
- mit einem an die Bremsleitung angeschlossenen zweiten Drucksensor (24) zum Erfassen des Drucks im Radbremszylinder,
- mit einem elektronischen Steuergerät (73) für die Ansteuerung der Ventileinrichtung für die Bremsdruckmodulation, für die Trennung des hauptbremszylinderseitigen Abschnitts 30 der Bremsleitung, für das Einsteuern von Druckmittel in den radbremszylinderseitigen Abschnitt der Bremsleitung durch Verbinden der Servodruckquelle mit der Bremsleitung und für das Ansteuern des Antriebssmotors 35 (78) der Pumpe nach Maßgabe einer durch Betätigung des Hauptbremszylinders hervorgerufenen Bremsdruckanforderung, wobei der vom zweiten Drucksensor erfaßte Druck auf einen Wert geregelt wird, der um einen Verstärkungsfaktor größer ist als der vom ersten Drucksensor erfaßte Druck, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
  - die Bremsleitung (10) ist in Leitungszweige (12, 13) verzweigt, an die mindestens noch ein 45 Radbremszylinder (15) des Bremskreises (I) angeschlossen ist,
  - jedem Bremsleitungszweig ist eine Ventileinrichtung (27, 28) für die Bremsdruckmodulation zugeordnet, wobei die Ventileinrichtung 50 für Druckaufbau und/oder Druckabbau im Sinne einer variablen Drosselung des Druckmittelvolumenstroms ansteuerbar ist,
  - der zweite Drucksensor (24) ist zwischen der Ventileinrichtung (20) zum Abtrennen des 55 hauptbremszylinderseitigen Abschnittes (21) der Bremsleitung und den Ventileinrichtungen für die Bremsdruckmodulation an die Bremsleitung angeschlossen,
  - der Verstärkungsfaktor hat bei Beginn der 60 Verstärkung den Wert 1 und steigt mit höherem Druck an.

2. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens noch ein zweiter Bremskreis (II) des Hauptbremszylinders (3) in gleicher Weise wie der erste Bremskreis (I) ausgestattet und ebenso wie dieser mit der Servodruckquelle (54) verbindbar ist, vorzugsweise

- jedoch lediglich einen dem zweiten Drucksensor (24) im ersten Bremskreis entsprechenden Drucksensor (41) für die Erfassung des Druckes in Radbremszylindern (44, 45) des zweiten Bremskreises hat.
- 3. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärkungsfaktor proportional oder progressiv steigerbar ist, und zwar auf einen Faktor zwischen 1,5 und 3, und daß der Verstärkungsfaktor im zweiten Bremskreis (II) ggf. einen vom Faktor des ersten Bremskreises (I) abweichenden Wert einnehmen kann.
- 4. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Servodruckquelle (54) je einen dem jeweiligen Bremskreis (I, II) zugeordneten Hochdruckspeicher (60, 61) hat, der mit der Pumpe (55) der Servodruckquelle durch eine Ladeleitung (58, 59) mit einem Rückschlagventil (62, 63) in Verbindung steht.
- 5. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Antriebssmotor (78) der Pumpe (55) eine Drehzahlensensiereinrichtung (79) zugeordnet ist, deren Signale im Steuergerät (73) für die Überwachung des Ladedrucks des Hochdruckspeichers (60, 61) auswertbar sind.
- 6. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (55) der Servodruckquelle (54) saugseitig durch eine Leitung (56) mit einer den Druckmittelvorrat aufnehmenden Kammer (6) eines Druckmittelvorratsbehälters (5) des Hauptbremszylinders (3) verbunden ist und daß wenigstens mittelbar eine Rückführleitung (51) für Druckmittel von den Ventileinrichtungen (27, 28, 42, 43) für die Bremsdruckmodulation zum Druckmittelvorratsbehälter ausgeht.
- 7. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung zum Verbinden der Servodruckquelle (54) mit der Bremsleitung (z. B. 10) als elektrisch schaltbares 2/2-Wegeventil (Einspeiseventil, z. B. 67) in einer zur Bremsleitung führenden Druckleitung (z. B. 69) ausgebildet und für Druckaufbau im Sinne einer variablen Drosselung des Druckmittelvolumenstroms ansteuerbar ist.
- 8. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Trennen der Bremsleitung (z. B. 10) dienende Ventileinrichtung als elektrisch schaltbares 2/2-Wegeventil (Absperrventil, z. B. 20) ausgebildet ist.
- 9. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (z. B. 27) für die Bremsdruckmodulation von einem 3/3-Wegeventil mit einem hauptbremszylinderseitigen und einem radbremszylinderseitigen Anschluß des entsprechenden Bremsleitungszweiges sowie einen Anschluß für eine zum Druckmittelvorrat führende Rückführleitung oder von zwei 2/2-Wegeventilen (29, 30) gebildet ist, von denen das eine Ventil (29) im Bremsleitungszweig (12) und das andere Ventil (32) in der Rückführleitung (Rückführleitungszweig 31) angeordnet ist, welche von Bremsleitungszweig zwischen dem einen Ventil und dem Radbremszylinder (14) ausgeht.
- 10. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Haupt-

bremszylinder (3) mit einem Vakuumverstärker (4) ausgestattet ist.

11. Hydraulische Fahrzeugsanlage nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Servodruckquelle (54) zum 5 Einsteuern von Bremsdruck in die Radbremszylinder (14, 15, 44, 45) durch drahtlos an eine Empfangseinrichtung (80) des Steuergerätes (73) übermittelbare Bremssignale aktivierbar ist.

12. Hydraulische Fahrzeugsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckhöhe drahtlos auswählbar ist.

13. Hydraulische Fahrzeugsanlage nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Servodruckquelle (54) 15 durch manuell erzeugbare, an das Steuergerät (73) übermittelbare Bremssignale aktivierbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

